

УДК 541.18.041

Карасев К.И., д.т.н., проф., Тютрина С.В., к.т.н., доц., Леонтьева А.В., асп, каф. химии Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Читинский государственный университет», г. Чита, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА СИЛИКАТНЫЕ ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ

Нами проводилось исследование сточных и оборотных вод Забайкальских юго-западных золотоносных месторождений, допустимая концентрация взвешенных частиц в которых согласно эколого-экономическим показателям не должна превышать 40-41 г/м³ в среднем по месторождениям, а истинное количество дисперсных глинистых частиц превышает данный показатель в 230-250 раз. На изучаемых объектах осаждение дисперсных глинистых частиц проводится с помощью традиционного метода – использование анионных флокулянтов. Однако длительное использование полиэлектролитов приводит к их накоплению в оборотных водах, что изменяет не только реологические параметры системы, но и делает невозможным сброс сточных вод в природные водные объекты. Таким образом, горнодобывающие предприятия вынуждены создавать систему из 6-7 отстойников, что экономически невыгодно. Дисперсность глин в водных системах исследуемых месторождений находится в пределах от 0,53 до 0,73, содержание класса крупности –5 мкм находится в пределах 39 – 46%, что позволяет отнести глины к трудноосаждаемым и к категории тонкодисперсных. Предложенное нами решение имеющейся проблемы заключается в использовании ультразвукового воздействия в присутствии полимеров для изменения свойств реальных дисперсных систем. Исследуемые сточные и оборотные воды содержат глинистые частицы каолинитового и монтмориллонитового типов. Каолинитовые глинистые минералы имеют жесткую структуру, т.е. молекулы воды и обменные катионы не могут проникнуть в межслоевое пространство кристаллов, монтмориллонитовые кристаллы имеют раздвижную кристаллическую структуру, что способствует увеличению межслоевого пространства. Наличие межслоевого пространства создает предпосылки для более успешной седиментации монтмориллонитовых частиц в поле ультразвуковой волны. Кроме того, наличие подвижной кристаллической структуры позволяет водному раствору полимеров в результате влияния ультразвуковых волн заполнять межслоевое пространство. Полимеры окружают глинистую частицу не только снаружи, но и внутри. Такая "двойная" атака полимерных молекул значительно ускоряет процесс осаждения тонкодисперсных примесей монтмориллонитового типа по сравнению с каолинитовым. В зависимости от той или иной преобладающей глинистой разности минералов необходимо выбирать режим воздействия ультразвуковой волны. Кроме того, необходимо учитывать тип микроструктуры глинистых частиц для правильного объяснения наблюдаемых эффектов при совместном действии акустических колебаний и процесса флокуляции. В связи с этим качественная характеристика технологических вод по минералогическому и гранулометрическому составам илисто-глинистой фазы должна устанавливаться и корректироваться из условий технологического процесса.

Внесение источника ультразвуковых колебаний в обрабатываемый объем суспензии наряду с добавлением полиэлектролитов, устанавливает в нем ультразвуковое поле, распространяющее стоячие волны. Интенсивность ультразвуковых колебаний плавно изменялась от 0 до 8·10⁴ Вт/м² с помощью устройства независимого возбуждения, находящегося на генераторе. Для воздействия на илисто-глинистые суспензии была применена интенсивность ультразвука 1·10⁴ Вт/м². Время ультразвуковой обработки составляло порядка 2-2,5 мин, более длительное озвучивание нецелесообразно т.к. приводит

к процессу диспергирования полученных флоккул. Выбранный нами режим позволяет добиться максимальной скорости осаждения флоккул при более низком содержании полимеров. Одним из основных параметров объекта является скорость распространения волны, величина которой определяется физическими свойствами вещества. При распространении волны частицы жидкости совершают колебания около положения равновесия, происходящее с определенной скоростью. Колебания частичек среды при распространении звуковой волны приводят к образованию в жидкости областей сгущения и разрежения.

Для водных дисперсий характерны следующие параметры: $t=20^{\circ}$, $\rho=0,997$ г/см³, $C=1,487$ м/с, $\rho C=149 \cdot 10^3$ г/см²сек, $\beta_{ag}=44,7 \cdot 10^{-12}$ см²/дин, $\frac{\Delta C}{\Delta t}=2,5$. При изменении температуры на 1⁰С, скорость звука изменяется $\sim 2,5$ м/сек. При увеличении давления скорость звука растет по линейному закону, при этом для воды коэффициент $\frac{\Delta C}{\Delta P}$ составляет 0,2 м·сек⁻¹·атм⁻¹. Если в ультразвуковом поле частица расположена так, что плоскость ее составляет некий угол с направлением распространения волны, то колеблющиеся частицы среды обтекают частицу, меняя направления своего движения дважды за период ультразвуковой волны, при этом возникают силы, создающие вращательный момент, который стремится повернуть твердую частицу перпендикулярно к направлению распространения волны. Учитывая, что размеры частицы малы по сравнению с длиной ультразвуковой волны, та сила, поворачивающая частицу, пропорциональна интенсивности ультразвука. Флокуляция в узлах смещения происходит, если мелкодисперсное вещество имеет плотность меньше плотности жидкости и в пучностях смещений стоячей волны, если его плотность превышает плотность жидкости. Наблюдаемое явление увеличения скорости осаждения твердой фазы можно объяснить тем, что в поле УЗСВ пучности колебательной скорости совпадают с узлами давления, а узлы колебательной скорости – с пучностями давления. Причем в отличие от бегущей волны стоячая волна не передает энергии, энергия перераспределяется между соседними пучностями давления и скорости. Поэтому в суспензии, обрабатываемой в режиме УЗСВ, макромолекулы флокулянта и частицы суспензии будут перемещаться в зоны пучности давления и избегать зоны пучностей скоростей. При этом в зоне пучности давлений будет наблюдаться высокая концентрация макромолекул флокулянтов и частиц под повышенным давлением, а в зонах пучностей скоростей будут образовываться зоны чистой воды.

Наблюдающийся эффект движения частиц в поле ультразвуковой стоячей волны, по нашему мнению, можно объяснить двумя причинами: действием механических напряжений, обуславливающих деформацию макромолекул в процессе обтекания участка макромолекулы потоком растворителя и действием кумулятивных струй или микропотоков. Меньшие расстояния между частицами и макромолекулами флокулянта повышают возможность агрегации частиц за счет молекулярных мостиков, что позволит при флокуляции в поле УЗСВ существенно снизить расход флокулянтов и повысить плотность сфлуккулированного продукта. Стоячая волна способствует тому, что жидкость совершает волновые движения, которые создают колебательные перемещения твердых частиц односторонне направленные относительно самой жидкости. Направления этих движений зависит от положения частицы внутри емкости. Нами проводилось исследование воды, в которой содержание твердого в гидросмеси колебалось в пределах от 1376 г/м³ до 38385 г/м³. После обработки суспензии ультразвуковой волной, концентрация твердого в воде уменьшилась до 48 – 38,95 г/м³. Поведение взвешенных дисперсных частиц в поле ультразвуковой волны во многом определяется наличием ламинарных и турбулентных потоков жидкости, порождаемых акустическими волнами. Проведенные анализы показали, что стоячие ультразвуковые волны

значительно улучшают качество "перемешивания" системы, так как волновые воздействия способны возбуждать в среде довольно сложные движения как дисперсных частиц, так и имеющих в системе полиэлектролитов. Причем сама жидкость также совершает определенные волновые движения, выражаемые в колебательном поведении частиц жидкости. Инициатором наблюдаемых перемещений являются Релеевские течения, которые представляют собой вихревое движение, действующее вне пограничного слоя системы.

Из полученных данных следует, что лучше всего подвергаются воздействию ультразвуковых колебаний минералы, имеющие монтмориллонитовую глинистую структуры благодаря наличию коагуляционных слабых мостиков. Наблюдаемый процесс ускорения седиментации в период озвучивания системы объясняется образованием более крупных флокул в поле ультразвуковых волн, что обеспечивает степень осветления сточных и оборотных вод горно-обогатительных предприятий более чем на 88 %. В целом данная технология очистки сточных и природных вод позволит получить дополнительные денежные средства для предприятия в районе 10,56% по исследованным месторождениям. При внедрении предложенного метода наблюдается не только серьезная экономическая выгода, но и предполагается.

УДК 622:621.315.925

Петуров В.И., проф., к.т.н., Непомнящих И.А. студ., каф. ЭС, Читинский государственный университет, г. Чита, Россия

Кисембинов С.Т., магистр электроэнергетики Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, г. Павлодар, Казахстан

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ РУДНИЧНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Для повышения уровня электробезопасности при эксплуатации электроустановок напряжением 6, 10 кВ горнодобывающих предприятий, а также продления срока службы и своевременного устранения повреждений в настоящее время разработано большое количество способов контроля изоляции. Первый подробный обзор и классификация, известных на тот момент способов и средств контроля изоляции, выполнен коллективом кафедры электрификации горных предприятий Московского горного института (МГИ) [1]. За прошедшие годы предложен ряд новых способов, в связи, с чем существующая классификационная структура способов определения параметров сопротивления изоляции в электрических сетях с изолированной нейтралью расширена и дополнена с учетом новейших исследований и разработок [2].

Предлагаемая классификационная структура позволяет, исходя из конкретных условий производства, сформулировать требования, предъявляемые к способу исследования, на основе чего выбирается существующее техническое решение или разрабатывается новое.

Но зачастую большинство способов недостаточно обоснованно и существует лишь в теории. Причиной указанного обстоятельства является невозможность экспериментальной проверки в производственных условиях из-за сложности организационных и технических моментов, особенно в высоковольтных сетях, отсутствия необходимой элементной базы, испытательных приборов, дороговизны оборудования. Указанный комплекс проблем подчас не позволяет в должной мере оценить область применимости способа, диапазоны изменения параметров измерительных схем и установок и погрешность получаемых результатов.

Одним из путей выхода из указанной ситуации, особенно на этапе первоначальной